DECODIUM 4.0
Core Shannon

用户手册

软件版本 **1.0.498** | 手册修订 **2026-07-25** | 许可证 **GPL-3.0** | FT2 **ADIF SUBMODE=FT2**

Martino Merola — IU8LMC · FT2 & DECODIUM lead developer
Salvatore Raccampo — 9H1SR · C++ core, macOS & Linux builds
ft2.it · community.ft2.it

如何使用本手册

本手册分为三个部分：

部分	章节	适用对象
第一部分 — 安装与配置	1–4	首次安装 Decodium 的用户
第二部分 — 操作	5–13	每天在波段上工作的用户
第三部分 — 参考	14–20	查找某一项设置确切含义的用户

操作项的名称按英文界面中的写法给出（`Monitor`、`Setup > Radio`、`Halt`），因为英文是程序 代码的基准语言。如果您使用中文、意大利文、拉脱维亚文或其他可用语言的 Decodium，各操作项 的位置完全相同，可能引起疑问的地方都附有译名。

> **关于功能可用性的说明。** Decodium 针对 Windows、macOS 和 Linux 使用不同的解码后端和 库进行构建。本手册中描述的部分功能可能不出现，或显示为禁用状态，这取决于平台、所连接 的电台以及您下载的软件包的构建选项。手册会在相关之处加以说明。

1. 简介

1.1 什么是 Decodium 4

Decodium 4.0 Core Shannon 是一套面向弱信号模式的完整数字电台。它源自 WSJT-X / Decodium 一脉，并将其迁移到另一种架构：Qt 6 / QML 界面、逐步用 C++ 重写的解码器与调制器、内置的 多后端 CAT 控制、GPU 加速的瀑布图与频谱显示、实时地图、DX 集群、PSK Reporter、QSO 日志， 以及保存在数据库中的解码历史。

使用 Decodium 4，您可以：

- 在 **FT8**、**FT4**、**FT2**、**Q65**、**MSK144**、**JT65**、**JT9**、**JT4**、 **FST4**、**FST4W** 和 **WSPR** 模式下收发；
- 通过 CAT 控制电台（Hamlib、原生后端、Ham Radio Deluxe、OmniRig、TCI）；
- 手动进行 QSO，也可使用 Auto Sequence、Auto CQ、Multi Answer Mode 以及 DX 远征模式；
- 向 PSK Reporter、QRZ Logbook、Cloudlog、LoTW 发送点报与 QSO，并通过 UDP、ADIF TCP 或 N1MM 发送给外部程序；
- 通过远程网页控制台，用平板或手机操作电台。

Core Shannon 这一名称指向克劳德·香农，也指向本项目的基本思路：把弱信号数字通信当作 信息、同步、稳健性和运行可靠性的问题来处理，而不是当作一次调制练习。

1.2 与 Decodium 3 的区别

从 Decodium 3 “Raptor” 转过来的用户会发现三处实质性差异：

1. **全新界面。** Qt Widgets 界面已由 QML 界面取代，面板可停靠、分离和重新排列，布局会在 多次运行之间保留。
2. **C++ 内核。** FTx 系列的解码器与调制器已迁移到 C++，并与原有例程做了对比测试。部分 专门的 VHF/UHF 模式仍保留旧有组件。
3. **内置服务。** 基于 SQLite 的解码历史、网页控制台、DX 集群、PWR/SWR/ALC 遥测和电台 诊断都属于程序本身，无需外部工具。

源代码中的 `CHANGELOG.md` 文件按版本逐一记录了变更。

1.3 FT2 简述

FT2（*Fast Track 2*）是在本项目中创建的数字模式，在 ADIF 中以 `MODE=MFSK` 与 `SUBMODE=FT2` 通过认证。

参数	数值
调制	4-GFSK
每条消息的符号数	105（数据 87 + 同步 16 + 斜升 2）
符号长度	24 毫秒（12 kHz 下 288 个采样）
音调间隔	约 41.667 Hz
占用带宽	约 167 Hz
发射时长	约 2.52 秒
T/R 时隙	3.75 秒
编码	LDPC(174,91) + CRC-14
有效载荷	77 比特
ADIF 子模式	`FT2`（与 `MODE=MFSK` 配合）

第 6 章完全用于介绍 FT2 及其各项设置。

1.4 许可证与源代码

Decodium 4 以 **GPL-3.0** 许可证发布。许可证全文位于随源代码和软件包一并提供的 `COPYING` 文件中。源代码在 GitHub 上公开，包含完整的提交历史和可供下载的发布版本。

2. 系统要求与安装

2.1 系统要求

支持的操作系统

- Windows 10 / 11，64 位
- macOS，Apple Silicon（在提供软件包的情况下也支持 Intel）
- Linux x86_64 与 aarch64，以 AppImage 形式提供

建议的最低硬件配置

- 较新的四核处理器，用于以异步解码方式运行 FT2
- 4 GB 内存（启用 Live Map 与频谱显示时建议 8 GB）
- 驱动程序为最新版本的显卡：Decodium 使用 Qt Quick/RHI，并在瀑布图、频谱显示和地图上 利用硬件加速
- 声卡，或电台的 USB 接口
- 用于 NTP、DX 集群、PSK Reporter 和更新的网络连接

在配置较低的机器上可以使用 **Slow-PC 模式**（第 4.9 节），它会降低图形负载和界面刷新 频率。

2.2 下载软件包

1. 打开官方仓库的 **Releases** 页面。
2. 下载适合您系统的软件包： - **Windows**：`x64` 安装程序； - **macOS Apple Silicon / Intel**：`.dmg` 文件； - **Linux**：适用于 `x86_64` 或 `aarch64` 的 `AppImage`。
3. 安装软件包，或为文件添加可执行权限，然后启动 Decodium。

2.3 Windows

运行安装程序并按向导操作。首次启动时 Windows 可能请求网络访问权限：若要使用 NTP、DX 集群、PSK Reporter、网页控制台或自动更新，需要授予该权限。

Windows 软件包带有数字签名；关于代码签名的说明位于源代码的 `CODE_SIGNING_POLICY.md` 文件中。

2.4 macOS

如果 macOS 因隔离属性而阻止该应用程序，请从已安装的应用上移除该属性：

```
sudo xattr -r -d com.apple.quarantine /Applications/Decodium.app
```

应用程序的确切名称可能因所构建的软件包而异。

Decodium 首次打开音频输入时，macOS 会请求麦克风权限：没有该权限，解码器收不到任何信号。

2.5 Linux（AppImage）

为 AppImage 添加可执行权限并启动：

```
chmod +x Decodium*.AppImage
```

```
./Decodium*.AppImage
```

某些发行版需要 `libfuse2`，也可以手动解开其内容：

```
./Decodium*.AppImage --appimage-extract
cd squashfs-root
./AppRun
```

要访问串行端口，用户必须属于相应的用户组（Debian/Ubuntu 上是 `dialout`，Arch 上是 `uucp`）。加入之后需要重新登录。

2.6 更新

Decodium 内置更新检查（`Setup > Advanced > DATA UPDATES`）。当有更新的版本时，会出现一个 窗口，显示发布说明和软件包的链接。更新不会删除设置、日志和解码历史。

3. 首次配置

本章只涉及完成第一次 QSO 所必需的最少内容。所有设置的完整参考见第 14 章。

用顶部栏的 ⚙ **Setup** 按钮打开设置。

3.1 电台信息 — `Setup > Station`

填写 **STATION DETAILS** 区域中的各项：

项目	应填写的内容
`My Call`	您的呼号，不加不必要的附加部分
`My Grid`	4 位或 6 位网格定位（例如 `JN71DC`）
`Auto Grid`	若希望定位跟随 GPS 或外部服务，请启用
`IARU Region`	您所在的 IARU 分区：它决定波段计划
`Type 2 Msg Gen`	复合呼号的消息生成：若没有前缀或后缀，保留 `Full`
`Op Call`	操作者呼号，与电台呼号不同时填写

STATION INFO 区域（`Station Name`、`QTH`、`Rig Info`、`Antenna`、`Power (W)`、`WSPR Power`）不影响发射：这些内容供 ADIF 日志和外部服务使用。现在填好，可以避免日后 日志不完整。

3.2 电台与 CAT — `Setup > Radio`

在 **BACKEND CAT** 区域选择 Decodium 与电台通信的方式：

后端	适用场合
`Native (15 radios)`	直接支持的电台：路径最简洁，依赖最少
`Hamlib (300+ radios)`	通用选择，在支持机型方面覆盖面最广
`TCI`	提供 TCI 接口的电台或 SDR 软件
`OmniRig`	Windows 上，电台已由 OmniRig 管理并与其他程序共用时

此外，当电台已处于 HRD 的控制之下时，Decodium 也可以与 **Ham Radio Deluxe** 配合工作。

在 **CAT CONTROL** 区域设置串行端口、速率、停止位、握手方式以及 **PTT** 方式（`CAT`、`RTS`、`DTR`、`VOX`）。在 Linux 上建议使用稳定的 `/dev/serial/by-id/...` 路径，而不是 每次重启都可能变化的 `/dev/ttyUSB*`。

在 **SPLIT OPERATION** 区域选择分频方式：

- `None` — 不分频，发射音频保持在音频带内；
- `Rig` — 由电台处理分频；
- `Fake It` — Decodium 移动 VFO 频率，使发射音频保持在滤波器较干净的区域。

对大多数较新的电台，`Fake It` 是最佳选择，因为它让发射音频远离滤波器边缘，减少发射失真。

请用 DIAGNOSTICS 区域验证连接：您应当看到电台的真实频率，波段切换在两个方向都能工作， 并且 **PTT** 能通过 `Tune` 使电台进入发射状态。

> **数据模式。** Decodium 会尽量保留 Icom、Yaesu 和 Kenwood 电台的 `DATA` / `PKT` 模式， 以免在正确设置应为 `DATA-U` 时把电台强制切到 `USB` / `LSB`。如果您发现 Decodium 改变频率 时电台脱离了数据模式，请检查本区域中设置的模式。

CAT 配置文件。 可以把多套 CAT 配置保存为配置文件，并从 `Profile` 菜单调用。在两台 电台之间切换，或在固定台与便携台之间切换时，这是最快的办法。

3.3 音频 — `Setup > Audio`

在 **AUDIO DEVICES** 区域选择：

- **Input**：接收电台音频的设备（USB 编解码器或声卡）；
- **Output**：向电台发送音频的设备；
- **声道**：根据接线选择 `Mono`、`Left`、`Right` 或 `Both`。

在 **LEVELS** 区域设置接收与发射电平。Decodium 具备默认启用的**接收电平自动调整**，可以 在不必反复调整滑块的情况下防止过载；若将其关闭，请把接收电平调到使指示上的底噪保持在 30–50 dB 附近。

发射方面，数字模式的原则依旧成立：**不加压缩、不加处理、ALC 不动作**。把发射电平提高到 所需功率即可，不要更高。第 16.2 节说明如何读取 ALC 遥测来核对这一点。

> 在 Windows 上，发射结束后对音频通路的重启是有意做得较为彻底的，目的是避免缓冲区未清空 和载波卡住。如果您在每次发射后察觉到一段短暂的静音，那正是该机制在正常工作。

3.4 时钟同步

对于 FT8、FT4，尤其是 **FT2**，时间同步决定了能否解出任何东西。

Decodium 包含：

- 内置的 **NTP** 客户端（`Setup > Advanced > NTP TIME SYNC`）；
- **DecoSyncTime** 面板，显示偏移量、同步状态、解码的平均 DT 以及解码延迟。

启用 `Enable NTP`，并确认该面板报告已同步状态。如果对许多电台的平均 `DT` 都持续偏离零， 说明是本机时钟的问题，而不是传播的问题。

3.5 工作模式

在顶部栏的选择框中选择模式。第一次 QSO 建议这样做：

1. 先在常用频率上用 **FT8**，这样可以在已知条件下检验音频、CAT 和时间。
2. 确认在一两个周期内 **Full Spectrum** 中出现解码结果。
3. 之后再转到 **FT2**。FT2 对时序和音频配置的错误远不宽容。

4. 界面

4.1 窗口结构

Decodium 4 的主窗口由以下部分组成：

元素	作用
顶部栏（toolbar）	频率、波段、模式、CAT 状态、RX/TX 以及快捷按钮
瀑布图 / 频谱显示	时间-频率显示与音频带的频谱
Full Spectrum	该周期的全部解码结果，相当于 “Band Activity”
Signal RX	与进行中的 QSO 相关的解码结果
TX 面板	TX1…TX7 消息、QSO 状态与发射控制
状态栏	运行状态、提示、计数器
辅助面板	Live Map、QSO Log、DX Cluster、Astro、Time Sync、MAM、Caller Queue、FT2-Link

4.2 顶部栏

顶部栏的按钮可以设置（`Setup > UI Buttons`），既包括是否显示，也包括排列顺序：

按钮	作用
`Monitor (MON / STOP)`	开始与停止接收
`Setup (⚙)`	打开设置
`REC`	音频录制
`WAV`	打开并解码 WAV 文件
`Log`	打开 QSO 日志窗口
`Macro`	预设消息与宏
`Astro`	天文与月球数据
`Layout`	恢复窗口布局
`History`	数据库中的解码历史
`CAT`	电台控制窗口
`Async FT2 (A)`	FT2 异步解码的状态
`PSK Reporter`	PSK Reporter 面板
`DX Cluster`	DX 集群面板
`World Clock`	世界时钟

重排按钮的方法是长按并拖动。要回到原来的排列，请使用 `Setup > UI Buttons` 中的 `Restore default button order`。

4.3 瀑布图与频谱显示

瀑布图显示频谱随时间的变化；频谱显示给出瞬时频谱，底部为音频频率刻度。

主要操作：

- 在瀑布图上**单击左键**：移动接收音频频率；
- **配合修饰键单击**（按配置而定）：移动发射音频频率；
- **滚轮**：按所在区域缩放或滚动；
- **配色**：在 `Setup > Colors > SPECTRUM` 中选择并调整。

瀑布图可以**分离**为独立窗口，也可以重新**停靠**或**最小化**。在紧凑布局下它使用较低的 历史阈值，在不损失可见部分的前提下节省内存和纹理。

4.4 Full Spectrum

Full Spectrum 列出当前周期的全部解码结果。显示哪些列在 `Setup > Display > DECODES` 中 设置，其中包括距离（`Dist`）、方位（`Az`）和频率等。

- **双击**某一行：把该电台选为 QSO 对方，并准备好消息；
- `Clear`：清空列表；
- 跳到末尾的按钮（**Go to the latest decode**）在您向上滚动后把视图带回底部。

各行按 `Setup > Colors > DECODE COLORS` 中的规则着色：新 DXCC、新大洲、新 CQ 分区或 ITU 分区、新网格、新呼号、消息中的 `CQ`、`73` / `RR73`、已通联过的电台（`B4`）、LoTW 用户以及 已发送的消息。

4.5 Signal RX

Signal RX 是精确视图：它只显示与进行中的 QSO 以及正在呼叫您的电台有关的内容。在呼叫拥堵 时应当看这个面板，因为 Full Spectrum 会变得无法阅读。

4.6 TX 面板

TX 面板包含：

- **TX1…TX7** 消息，可以生成和编辑；
- QSO 与对方电台的状态；
- 操作按钮：`Auto`（Auto Sequence）、`Call`、`Hold`、`Tune`、`Halt`；
- 发射功率与发射的快捷控制。

TX 面板按钮的顺序也可以调整，并可通过 `Restore default TX panel order` 恢复默认。

`Halt`（或 **Esc**）会立即中断发射：这是应当记牢的操作。

4.7 布局：停靠、分离、恢复

每个主要面板都可以：

- **分离**为独立窗口（`Detach`），在多显示器环境下很有用；
- 重新**停靠**回布局（`Dock`）；
- **隐藏**后再恢复（`Restore …`）；
- 通过拖动在各列之间**移动**；
- 用 `Reset Layout` **恢复**到初始状态。

布局在关闭程序时保存，并在下次启动时重新载入，包括已分离的窗口及其位置。

4.8 紧凑模式

紧凑模式减小标题与行的高度，使屏幕上能显示更多解码结果。在笔记本电脑和小屏幕上这是恰当 的选择。

4.9 Slow-PC 模式

`Slow-PC mode` 降低界面与图形的负载：瀑布图刷新频率降低、动画减少、图形线程的工作减轻。 如果在较旧的机器上察觉界面卡顿或解码延迟，请启用该模式。在 FT2 中，勉力应付的界面可能让 您错过发射时隙。

4.10 主题与外观

在 `Setup > Display > ASPETTO / TEMA` 中可以选择主题（包括深色主题）、界面颜色和字体。在 `Setup > Display > FONT` 中设置解码结果的字体：**请使用等宽字体**，否则消息的各列不会 对齐。

5. QSO：从接收到日志

5.1 开始接收

1. 按 `Monitor`：按钮变为 `STOP`，瀑布图开始滚动。
2. 检查接收电平是否过载。
3. 等待一两个周期：解码结果在每个时隙结束时出现在 Full Spectrum 中。

如果什么都解不出来但瀑布图上能看到信号，原因几乎总是时钟（第 3.4 节），或者模式与该频率 不匹配。

5.2 呼叫某个电台

1. 在 Full Spectrum 或 Signal RX 中**双击**该电台所在的行。Decodium 会设定对方电台、生成 消息并选择正确的时隙。
2. 检查发射音频频率：在 FTx 系列模式中，良好的做法是在频谱的空闲处发射，而不要压在您所 呼叫的电台上。
3. 检查 TX 面板中生成的消息。
4. 启用发射。
5. 在 **Auto Sequence** 启用时，Decodium 会自行把 QSO 进行到底：报告、确认、`RR73` / `73`。

5.3 呼叫 CQ

1. 选择 `TX6`（CQ 消息）。
2. 启用发射，或使用 **Auto CQ** 以循环方式呼叫。
3. 在 **Signal RX** 中留意直接的应答。
4. 让 Auto Sequence 工作，或手动介入。

在 Auto CQ 启用时，Decodium 会在每次 QSO 结束后重新呼叫 CQ，并遵守您设置的各项保护 （watchdog、驻波比检查、重发次数上限）。

5.4 Auto Sequence 及其设置

`Setup > TX > AUTO SEQUENCE` 汇集了控制自动流程的各项规则：

设置	作用
`Auto Sequence`	启用 QSO 流程的自动推进
`Send RR73`	在认为 QSO 可靠时，使用 `RR73` 而不是 `RRR`
`Quick QSO`	缩短为四条消息的流程，并识别 `TU`
`Resume QSO on partner reply`	若对方电台应答，则恢复被中断的流程
`Disable TX after 73`	在 `73` 之后停止发射，而不是继续
`MSK/Q65 TX until 73`	在 MSK144 与 Q65 中持续发射直到 `73`

Quick QSO 面向竞赛和高节奏的操作：它把 QSO 缩减为四次交换，同时仍产生有效的日志记录。

5.5 重发与 QSO 的收尾

`Setup > TX > FT2 UTILITY` 包含 QSO 收尾的各项参数，FT2、FT4 和 FT8 各有独立的取值：

设置	含义
`FT2/FT4/FT8: signoff retries (73/RR73)`	在放弃之前重复收尾消息的次数
`Weak-partner signoff boost`	当对方电台较弱时增加重发次数
`weak SNR threshold (dB)`	低于该信噪比阈值即认为对方电台较弱
`extra signoff retries`	该情形下允许的额外重发次数
`Caller retries (max TX repeats per step)`	您作为呼叫方时，每一步的最大重复次数
`Caller retries hard cap`	不可逾越的上限，即使启用 watchdog 也有效

这些设置合在一起只有一个明确的目的：**在不无限占用频率的前提下把弱 QSO 收尾**。若您追逐 临界的 DX，请提高对极弱对方电台的加量；若参加竞赛，请把重发次数保持在低位。

5.6 把 QSO 写入日志

QSO 结束时，Decodium 会打开日志确认窗口（前提是 `Setup > Reporting > LOGGING` 中启用了 `Prompt to log QSO`）。QSO 会写入本机的 ADIF 日志，若已配置，还会转发到 QRZ Logbook、 Cloudlog、LoTW 以及已连接的外部程序。

用 **Alt+L** 可以不动鼠标记录当前的 QSO。

5.7 Worked-before（B4）

Decodium 依据**呼号、波段和模式**三者的组合来识别已通联过的电台。在 20 米用 FT2 完成的 QSO，不会把同一呼号标记为在 20 米 FT8 或 40 米 FT2 上已通联。因此 Full Spectrum 中的 `B4` 颜色表示真正的重复，而“新 DXCC / 网格 / 分区”的高亮即使在操作中更换模式也依然可靠。

6. 使用 FT2 操作

FT2 是本项目起步时的模式，至今仍是主要目标。本章把与 FT2 有关的内容集中在一处。

6.1 FT2 能带来什么

FT2 的时隙为 **3.75 秒**，发射持续约 **2.52 秒**。这意味着两点：

1. QSO 的节奏远高于 FT8，也明显高于 FT4：这是它在竞赛、呼叫拥堵和 DX 远征中的优势，因为 在那些场合瓶颈是每个 QSO 所耗的时间，而不是灵敏度。
2. 用于解码、判断和准备发射的时间余量很小。音频配置、时钟精度和处理器负载的影响远大于 FT8。

FT2 不是“更好的 FT8”：它是一种**快速**的模式，针对信号存在而时间紧缺的条件做了优化。

6.2 异步解码

Decodium 以异步方式解码 FT2：它不等到时隙结束再一次性处理，而是在信号还在到来时处理相互 重叠的数据块。这样就缩短了从对方电台发射结束到消息出现在屏幕上的延迟——在 FT2 中，这段 时间要完整地留给您，才能在正确的时隙里应答。

异步解码的状态可通过顶部栏的 `Async FT2 (A)` 按钮查看。

6.3 发射调度

FT2 的发射调度遵循一条不容商量的规则：**绝不开始一次无法在时隙内结束的发射**。被截断的 发射没人能解出，只会污染频率。

因此有下列保护措施：

设置（`SETUP > TX > FT2 UTILITY`）	作用
`FT2: conservative TX window (no truncated frames)`	拒绝在时隙中起始过晚的发射
`Immediate TX on click (1.0.283 style)`	恢复单击即刻发射的行为，不等待对齐
`Adaptive async TX timing (experimental)`	依据实测条件动态调整起始时刻
`FT2: manual one-shot disarm (1.0.300+)`	解除单次手动发射，而不关闭自动流程

如果您看到自己的发射开始后被切断，首先要检查时间同步，其次是保守发射窗口。

6.4 FT2 的稳健性设置

这些设置面向微弱、不稳定或有 QSB 的信号。不要“以防万一”把它们全部启用：每一项都要消耗 处理器时间或延迟。

设置	何时启用
`Conservative FT2 (weak-signal mode)`	极弱信号：稳健优先于速度
`FT2 partner-memory (anti-QSB)`	对方电台消失后又出现：Decodium 跨时隙保留其状态
`FT2 TX2 re-send on stall`	流程在第二次交换处停滞：重发 TX2
`FT2: AP cache rescue (experimental)`	借助对预期消息的先验信息进行挽救
`FT2: narrow reply decode (experimental)`	把解码集中在预期应答所在的区域
`FT2: full decode in AutoCQ`	在 Auto CQ 期间也做完整解码，代价是更多处理器开销
`FT2: close strong partners earlier`	更早结束与强信号对方电台的 QSO，腾出时隙
`FT2: adaptive decode (CPU saver)`	在处理器吃紧时减少解码工作量
`FT2: skip redundant end-slot decode`	跳过时隙末尾多余的一次解码，降低延迟
`Smooth decode flow`	分散解码结果的呈现，避免界面被压垮

建议的起点： 保留默认值；如果您在 QSB 条件下做 DX，启用 `FT2 partner-memory`；只在 追逐临界信号时启用 `Conservative FT2`。

6.5 日志与消息的保护

设置	作用
`Post-log RRR re-engage guard (FT2)`	防止记录之后收到的 `RRR` 重新打开已结束的 QSO
`courtesy RRR max`	该情形下出于礼节发送的 `RRR` 的最大条数
`Log RR73 even if partner leaves (FT2)`	即使对方电台在 `RR73` 之后停止发射也记录 QSO
`FT2 state transition census (log only)`	为诊断记录 QSO 的状态转移，不改变行为

最后一项在需要报告流程故障时很有用：它给出所经历状态的确切轨迹，而这正是复现问题所必需 的。

6.6 呼号与散列

FT2 与 FT8、FT4 一样会压缩呼号。较长或复合的呼号以**散列**形式传送，由接收方依据已经见过 的呼号还原。Decodium 内置了针对 **ghost call**（看似解出但实际并不存在的呼号）以及未能 还原的载荷的保护：如果无法确定一条消息归属于谁，就不会用它推进 QSO 流程。

这一行为是有意为之：未完成的 QSO 优于以错误呼号记录的 QSO。

6.7 在性能有限的处理器上运行 FT2

在较慢的机器上：

1. 启用 `Slow-PC mode`；
2. 启用 `FT2: adaptive decode (CPU saver)`；
3. 考虑 `FT2: skip redundant end-slot decode`；
4. 减小瀑布图的高度和可见的历史长度；
5. 若不需要，关闭 Live Map。

FT2 中的优先次序始终一致：先是时序，再是灵敏度，最后才是界面的观感。

7. Multi Answer Mode 与呼叫队列

7.1 这是什么

Multi Answer Mode（MAM） 允许并行处理多个呼叫方，同时维持一个以上的 QSO。MAM 面板 显示活动的数据流，并允许双击添加电台。

责任仍在操作者一方：MAM 只是组织工作，并不代表许可。在拥挤的频率上使用之前，请确认您的 信号和配置都是干净的。

7.2 多路数据流

`Setup > TX > FT2 UTILITY` 中包含：

- `FT2/FT8 MAM multi-stream (MSHV, sperimentale)` — 启用对多路同时数据流的处理；
- `MAM multi-stream: max stream simultanei` — 允许多少路数据流。

该设置标记为**试验性**：它增加同时发射的数量，也随之增加出错的机会。请从两路开始。

7.3 呼叫队列

Caller Queue 面板收集正在呼叫您的电台，并允许按操作上的标准排序。当您从一个受关注的 电台呼叫 CQ、应答到来的速度超过您处理的速度时，这是自然要用的工具。

8. DX 远征模式与竞赛模式

8.1 Fox / Hound / SuperFox

位于 `Setup > Advanced > OPERATING MODE`：

设置	角色
`Fox Mode`	您是远征方：以多重发射处理多个呼叫方
`Hound Mode`	您是呼叫方：遵守面向 Fox 的呼叫规则
`SuperFox`	扩展的 Fox 模式，对信号加以密码签名
`Show OTP`	显示认证机制所用的 OTP 码

OTP 各项设置（`Setup > Advanced > OTP`：`OTP Enabled`、`OTP Seed`、`OTP Interval`、`OTP URL`）关系到用于核验活动的验证码的生成与分发：它们与远征的组织方有关，与单个呼叫方 无关。

8.2 DX-Pedition Workspace

DX-Pedition Workspace 是一种专用布局，在同一视图中并列放置 `Full Spectrum · Decode`、`Signal RX · QSO Lock` 与 `Log · QSO Entry`，并显示 UTC 时间和操作者呼号。它面向在受关注 电台上的值机轮班，那种场合需要同时看到波段活动、进行中的 QSO 和日志录入。

8.3 竞赛

`Setup > Advanced > CONTEST` 设定当前的活动类型：

- `Activity`：`None`、`Field Day`、`Fox`、`Hound`；
- `FD Exchange` 与 `RTTY Exchange`：规则要求的交换内容；
- `Contest Name`、`Indiv Name`、`NCCC Sprint`：各种具体格式的参数。

活动类型的选择会改变消息的生成方式：在竞赛中开始发射之前，务必检查 TX 消息。

9. 高级解码

`Setup > Advanced > ADV DECODING` 汇集三种挽救手段，可以单独启用，也可以交给自动管理：

手段	说明	参考增益
`Coherent Avg`	面向 Q65 与 JT65 的跨时隙相干平均	+1…3 dB
`Neural Sync`	强制使用 OSD（Ordered Statistics Decoding）的 FT8 解码	临界信号上 +2…3 dB
`Turbo Feedback`	扩展的 LDPC 迭代，用于挽救临界的解码	视情况而定

在 `Auto Mode` 启用时，Decodium 会依据实测条件，**仅在需要时**启用这三种手段；`Live state` 字段显示当时哪些正在生效。

这些设置的代价是处理器时间。在较慢的机器上手动把它们全部打开只会让情况更糟：在多数情形 下，`Auto Mode` 是最合理的选择。

其他解码设置位于 `Setup > Decode`：

- **DECODE PARAMETERS** — 解码深度与通用参数；
- **JT65 VHF/UHF** — 专用于 VHF/UHF 的参数；
- **SIDELOBE CONTROL** — 旁瓣控制；
- **DECODE FILTERS** — 针对解码结果的过滤器（见第 12.4 节）。

10. Live Map、Astro 与 Time Sync

10.1 Live Map

Live Map 显示已解码的电台，以及您的电台与它们之间的路径，标记按方向和状态着色。在切换 波段或模式时，以及清空解码列表时，地图会自动清除，以免留下已经失效的活动记录。

发射期间地图的刷新被有意放慢：这是优先次序上的取舍，因为图形线程不应占用发射的时间。

如果不需要地图，关闭它可以释放显卡和内存——在性能有限的硬件上，这是最先放弃的面板。

10.2 Astro

Astro 面板提供对 EME 和 VHF/UHF 操作有用的天文数据：月球位置、方位与仰角、多普勒、 衰减。AzEl 数据的目录在 `Setup > Audio > DIRECTORY` 中设置。

10.3 Time Sync（DecoSyncTime）

DecoSyncTime 面板汇集与时间有关的一切：

- NTP 状态与所应用的偏移量；
- 依据已接收的解码结果算出的**平均 DT**；
- **解码延迟**；
- 用于估计的样本数量。

读法如下：

观察到的现象	含义
对许多电台平均 DT 约为 0	时钟正确
平均 DT 恒定且不为 0	本机时钟有误：请调好 NTP
DT 有散布但居中	正常，这是传播造成的
解码延迟很大	处理器吃紧：考虑 Slow-PC 模式

还有以 ppm 表示的**声卡频偏**估计值，并配有绿/黄/红指示：偏差较大会使时隙的时序逐渐移位， 这在廉价的 USB 编解码器上很常见。

11. 日志、在线服务与外部集成

11.1 本机 QSO 日志

Decodium 维护本机的 ADIF 日志以及 **QSO Log** 窗口，可录入和编辑 QSO。行为方面的设置位于 `Setup > Reporting > LOGGING`：记录前的确认、必填项、报告格式。

11.2 PSK Reporter

Decodium 把观测结果发往 PSK Reporter，并允许在相应面板中查找您自己的点报。发送采用队列 方式：没有待发送的观测结果时，不会对该服务维持后台流量。

11.3 QRZ Logbook、Cloudlog 与 LoTW

服务	区域	所需条件
QRZ Logbook	`Setup > Reporting > QRZ LOGBOOK`	日志本的 API 密钥
Cloudlog	`Setup > Reporting > CLOUDLOG`	实例的 URL 与 API 密钥
LoTW	`Setup > Reporting > LOTW`	下载 LoTW 用户名单所需的凭据

对于 Cloudlog，Decodium 会把 API 端点规范化，并在错误信息中区分 HTTP、认证和代理三类 问题：上传失败时，信息会指出属于哪一类。

LoTW 的数据也用于在 Full Spectrum 中高亮 LoTW 用户（`LoTW marker` 颜色）。

11.4 DX 集群

DX Cluster 面板连接到 telnet 节点并显示点报，可以过滤。配置位于 `Setup > Reporting > DX CLUSTER`（主机、端口、登录呼号、过滤条件）。

11.5 与外部程序的集成

集成方式	区域	典型用途
UDP Server	`Setup > Reporting > UDP SERVER`	JTAlert、GridTracker 以及其他支持 WSJT-X UDP 协议的程序
N1MM / EasyLog	`Setup > Reporting > N1MM / EasyLog`	竞赛日志
ADIF TCP	`Setup > Reporting > ADIF TCP`	通过 TCP 把 QSO 发送到外部日志程序

如果您使用 JTAlert 或 GridTracker，必须启用 UDP Server，且端口要与外部程序中设置的一致。

11.6 音频录制

`Setup > Reporting > RECORDING` 管理接收音频的录制，便于日后分析，也便于在报告问题时附上 真实的样本。

12. 解码历史、过滤器与提示

12.1 Decode History

Decodium 把解码结果保存在 **SQLite** 数据库中，可从 **History** 窗口检索。可按以下条件 查找：

- 呼号；
- 波段；
- 模式；
- UTC 日期范围；
- 结果数量上限。

结果可以导出为 **ADIF**。历史在程序关闭后依然保留，可用于事后分析：核对传播、回顾波段 活动、还原有疑问的 QSO。

内存中的实时视图设有上限，以免长时间操作中内存占用不断上升；完整的历史仍保存在数据库里。

12.2 声音提示

`Setup > Alerts > AUDIO ALERTS` 允许把声音关联到特定事件：新 DXCC、新网格、您正在寻找的 呼号、对您的直接呼叫。这是在后台工作而

不必一直盯着屏幕的办法。

12.3 过滤器：黑名单、白名单与地区

`Setup > Filters` 中包含：

区域	作用
`BLACKLIST`	忽略的呼号
`WHITELIST`	始终显示的呼号
`ALWAYS PASS`	优先于过滤器的规则
`EXCLUDE TERRITORY`	按地理实体排除
`FILTER OPTIONS`	过滤的总体行为

`ALWAYS PASS` 优先级最高：即使在严格过滤时也绝不想错过的朋友的呼号，应当放在这里。

12.4 解码过滤器

`Setup > Decode > DECODE FILTERS` 作用于更前端——解码器的工作以及进入列表的内容。用得 得当，可以在拥挤的波段上降低处理器负载。

13. 远程网页控制台与 FT2-Link

13.1 远程网页控制台（iPad、手机、PWA）

Decodium 内置一个网页服务器，可以从同一局域网中的另一台设备操作电台。

启用步骤

1. 打开 `Setup > Display > REMOTE WEB SERVER (iPad / mobile PWA)` 或 `Setup > Reporting > REMOTE WEB DASHBOARD (LAN)`。
2. 启用服务器，并设置端口与访问凭据。
3. 查明电台计算机的 IP 地址。
4. 在平板或手机的浏览器中打开 `http://IP地址:端口`。
5. 把该页面添加到主屏幕，即可作为应用使用（PWA）。

安全提示 — 启用前请阅读

- 该服务器**仅可在局域网内使用**。不要暴露到互联网，也不要在路由器上开放端口。
- 请设置不易猜到的密码：能访问控制台的人就能操纵您的电台，也就是您的发射。
- 在共用网络中（酒店、集体电台、展会），不使用时请把服务器关闭。

面向新手的分步指南位于源代码的 `doc/WEBAPP_SETUP_GUIDE.en-GB.md` 文件中，其中包括故障 排除一节以及供进阶使用的 API 端点说明。

13.2 FT2-Link（试验性）

FT2-Link 是一个用于可靠聊天与消息传递的公开协议，正在 Decodium 内部开发。它有公开 文档，并且与调制器无关：同一套 ARQ 机制可以运行在不同的波形之上。

配置	面向用户的名称	用途
`NARROW`	FT2-Link Narrow	发现、CQ、握手、弱信号时的回退
`W500`	FT2-Link 500	约 500 Hz 内的聊天与短消息
`W2300`	FT2-Link 2300	更快的聊天与小规模数据传输

设想的流程是：在 `NARROW` 上发出信标或 CQ，收到 `HELLO` 应答，协商出双方共有的最佳配置， 切换到 `W500` 或 `W2300` 传送数据，若宽配置支撑不住则退回 `NARROW`。

FT2-Link 的工作周期为 **15 秒**，与 FT2 的 3.75 秒不同。

> **注意。** FT2-Link 属于试验性内容， `W500` / `W2300` 两种配置**并非标准 FT2**，也不应 当作标准 FT2 来宣称。发射之前，请就您打算占用的带宽，核对本人所在波段和 IARU 分区适用 的规定。

14. 设置参考

设置分为十三个选项卡。下面按出现顺序列出所有区域及其作用。

14.1 Station

区域	内容
`STATION DETAILS`	`My Call`、`My Grid`、`Auto Grid`、`IARU Region`、`Type 2 Msg Gen`、`Op Call`
`STATION INFO`	`Station Name`、`QTH`、`Rig Info`、`Antenna`、`Power (W)`、`WSPR Power` — 供日志使用的数据

14.2 Radio

区域	内容
`BACKEND CAT`	后端的选择（`Native`、`Hamlib`、`TCI`、`OmniRig`）与 CAT 配置文件的管理
`CAT CONTROL`	端口、速率、串行参数、PTT 方式、连接测试
`SPLIT OPERATION`	`None`、`Rig`、`Fake It`
`DIAGNOSTICS`	频率与模式的回读、PTT 测试、PWR/SWR/ALC 遥测

14.3 Audio

区域	内容
`AUDIO DEVICES`	输入与输出设备、声道（`Mono`、`Left`、`Right`、`Both`）、电台侧音频源（`Rear/Data`、`Front/Mic`）
`LEVELS`	接收与发射电平、接收电平自动调整
`DIRECTORY`	保存目录（录音、AzEl 数据）

14.4 TX

区域	内容
`POWER MEMORY`	`Band TX Memory`、`Band Tune Mem` — 按波段记住发射功率与 Tune 功率
`FREQUENCY AND TIMING`	`TX Frequency`、`TX Slot`（`First :00/:30` 或 `Second :15/:45`）、`TX Delay (s)`、`Allow TX QSY`
`READY PROFILES`	四套现成的配置（见 14.4.1）
`AUTO SEQUENCE`	QSO 自动流程的规则（第 5.4 节）
`FT2 UTILITY`	FT2 参数、重发、稳健性、MAM 多路数据流（第 6 章）
`WATCHDOG`	针对无休止发射的保护（见 14.4.2）
`CW ID`	`CW ID after 73`、`CW ID Interval (min)` — 在有要求之处以 CW 识别
`TONE SPACING`	用于测试与测量的音调间隔

14.4.1 Ready Profiles

现成的配置以一次操作套用一组相互协调的参数：

配置	预期用途
`Balanced (daily QSO)`	默认：适合日常操作的折中方案
`Weak-signal / DX hunting`	优先照顾灵敏度与临界信号的挽救
`Contest / high density`	优先照顾速度与节奏，减少重发
`CPU-limited (Decodium Console / mini PC)`	为小型电脑与嵌入式系统降低计算负载

生效的配置以 `• active` 标示。您可以从某套配置出发，再改动个别设置：您的改动会保留， 直到套用另一套配置时才被覆盖。

14.4.2 Watchdog

设置	含义
`TX Watchdog Mode`	`Off`、`Time`（时间上限）、`Count`（重复次数上限）
`TX Watchdog Time (min)`	连续发射的最大分钟数
`TX Watchdog Count`	重复发射的最大次数
`Log QSO at watchdog timeout`	watchdog 触发时仍然记录 QSO
`Tune Watchdog (s)`	`Tune` 的时长上限

请让 watchdog 保持启用。 当您离开房间时，正是这项保护防止把载波遗忘在波段上。

14.5 Display

区域	内容
`ASPETTO / TEMA`	主题、样式、界面颜色
`BANDE OPERATIVE`	显示的波段与波段计划
`UI — PERFORMANCE`	界面质量、进程优先级、Qt 样式、无边框的分离窗口、频谱的 FPS 上限、处理器压力指示
`FONT`	界面与解码结果的字体
`DECODES`	Full Spectrum 与 Signal RX 中显示的列（`Dist`、`Az`、`Freq`）
`MAP AND DISTANCE`	`Miles`、`Greyline`、`Map All Msgs`、`Click TX`
`ALIGNMENT`	`Align`、`Align Steps`、`Align Steps 2` — 解码结果的精细对齐
`REMOTE WEB SERVER`	面向 iPad 与手机的控制台（第 13.1 节）
`DECODE LIST DISPLAY`	解码列表的外观与紧密程度

> **进程优先级。** 建议使用 `High (recommended)`。`Realtime` 带有警告：在某些系统上会让 计算机反应迟缓或不稳定。除非在做特定的测量，请不要使用。

14.6 Decode

区域	内容
`DECODE PARAMETERS`	解码深度与通用参数
`JT65 VHF/UHF`	专用于 VHF/UHF 的 JT65 参数
`SIDELOBE CONTROL`	旁瓣控制
`DECODE FILTERS`	在解码结果进入列表之前生效的过滤器

14.7 Reporting

区域	内容
`NETWORK SERVICES`	网络服务的总开关
`DX CLUSTER`	节点、端口、登录、过滤条件
`CLOUDLOG`	URL 与 API 密钥
`QRZ LOGBOOK`	API 密钥
`LOTW`	凭据与 LoTW 用户名单的下载
`LOGGING`	日志的行为与 QSO 确认
`RECORDING`	音频录制
`REMOTE WEB DASHBOARD (LAN)`	网页服务器与凭据
`UDP SERVER`	面向 JTAlert、GridTracker 等程序的 UDP 协议
`N1MM / EasyLog`	竞赛方面的集成
`ADIF TCP`	通过 TCP 发送 QSO

14.8 Frequencies

工作频率的管理：按波段与模式列表、添加、修改、从 `.qrg` / `.qrg.json` 文件载入与保存， 并可把外部列表**合并**（`Merge Working Frequencies`）到自己的列表中，而不是替换它。

14.9 Colors

区域	内容
`DECODE COLORS`	已发送消息、本人呼号、新 DXCC（以及按波段区分）、新大洲、新 CQ 与 ITU 分区、新网格、新呼号、LoTW 标记、`CQ`、DX 实体、`73` / `RR73`、`B4`、普通解码结果的颜色
`HIGHLIGHTING`	高亮规则
`COLORI INTERFACCIA`	界面的背景与文字
`SPECTRUM`	瀑布图与频谱显示的配色

14.10 Advanced

区域	内容
`DATA DOWNLOAD`	辅助数据的下载
`STARTUP`	`Monitor OFF`、`Monitor Last`、`Auto Astro`、`High DPI`、`Direct Visual`、`Slow-PC mode`、`Low CPU` 等启动选项
`DATA UPDATES`	LoTW 用户与美国各州数据的更新，含 `Force Update`
`BEHAVIOR`	`Quick Call`、`Force Call 1st`、`VHF/UHF`、`Wait Features`、`Erase Band Act`、`Clear DX Grid`、`Clear DX Call`、`RX>TX after QSO`、`Alt Erase Btn`、`No Btn Color`
`OPERATING MODE`	`Fox Mode`、`Hound Mode`、`SuperFox`、`Show OTP`
`CONTEST`	活动类型、交换内容与竞赛名称
`NTP TIME SYNC`	内置 NTP 客户端
`ADV DECODING`	`Coherent Avg`、`Neural Sync`、`Turbo Feedback`、`Auto Mode`（第 9 章）
`OTP`	`OTP Enabled`、`OTP Seed`、`OTP Interval`、`OTP URL`

14.11 Alerts

`AUDIO ALERTS` — 把声音关联到事件（新 DXCC、新网格、正在寻找的呼号、直接呼叫）。

14.12 Filters

`BLACKLIST`、`WHITELIST`、`ALWAYS PASS`、`EXCLUDE TERRITORY`、`FILTER OPTIONS`（第 12.3 节）。

14.13 UI Buttons

`TOP TOOLBAR`（按钮是否显示）与 `TOOLBAR BUTTON ORDER`（排列顺序，工具栏与 TX 面板均可 恢复默认）。

15. 键盘快捷键

发射

按键	动作
`F1` … `F7`	选择 TX1 … TX7 消息
`F9`	把接收切换为仅第一周期或仅第二周期
`Esc`	**Halt** — 立即停止发射

控制（`Ctrl`）

按键	动作
`Ctrl+A`	开启或关闭 Auto Sequence
`Ctrl+G`	生成全部 TX 消息
`Ctrl+Z`	开启或关闭 ZAP 模式

操作（`Alt`）

按键	动作
`Alt+L`	记录当前的 QSO
`Alt+M`	清空解码列表
`Alt+S`	停止发射

其他

按键	动作
`F11`	全屏（若已在 `Setup > Display > UI — PERFORMANCE` 中启用）

完整清单可在程序内的 `Keyboard Shortcuts` 中查看。

16. 诊断与故障排除

16.1 什么都解不出来

请按以下顺序排查：

1. **Monitor 在运行吗？** 按钮上应当显示 `STOP`。
2. **瀑布图在滚动吗？** 若静止不动，问题在音频输入设备，而不在解码器。
3. **接收电平合理吗？** 底噪过低和过载都同样会妨碍解码。
4. **时钟同步了吗？** 查看 Time Sync 面板。在 FT2 和 FT4 中，零点几秒就足以让一切落空。
5. **模式与频率相符吗？** 在 FT4 的频率上用 FT8 什么也解不出来。
6. **音频声道正确吗？** 使用立体声编解码器时，选错声道等于静音。

16.2 我在发射但没人回应

- 确认 **PTT** 有效，电台确实进入发射状态。
- 查看 `Setup > Radio > DIAGNOSTICS` 中的遥测：功率应与预期相符，**ALC** 应保持不动作。 显示 `ALC --` 表示该数据不可用，而 `0` 是有效数值：这是两种不同的情形。
- 检查**驻波比**：`Check SWR` 不会阻止 `Tune`，因此您可以测量和调整，但它会保护真正的 发射和 Auto CQ。
- 确认没有在时隙之外发射：在 FT2 中，保守发射窗口（第 6.3 节）会拒绝过晚的发射，这是正确 的行为。

16.3 图形与性能问题

现象	处理办法
界面卡顿、解码延迟	`Slow-PC mode`、频谱 FPS 上限、关闭 Live Map
黑屏或瀑布图出现杂乱	在 Windows 上改用 **D3D11** 回退方案而非 D3D12；更新显卡驱动
启动非常慢	首次启动属正常（地图缓存与数据）；若持续如此，请检查杀毒软件和速度较慢的磁盘
解码结果的字体不对齐	在 `Setup > Display > FONT` 中设置等宽字体
处理器始终满载	减少 `ADV DECODING` 的设置项，使用 `Auto Mode`，启用 `FT2: adaptive decode`

`Setup > Display > UI — PERFORMANCE` 中的**处理器压力**指示会统计本次运行的过载次数： 若 `severe` 计数在增长，说明计算机跟不上，应当减轻配置。

16.4 音频卡住，或发射后残留载波

Decodium 内置了正是针对这种情形的**发射音频 watchdog**。若出现该现象：

1. 使用 `Halt`（或 `Esc`）；
2. 确认电台一侧的 PTT 已释放；
3. 在 `Setup > Audio` 中检查音频输出设备；
4. 若每次都出现，请取一份诊断日志并报告该情况。

16.5 CAT 端口变化或重复出现

在 Linux 上请使用 `/dev/serial/by-id/...` 路径，它在重启之间保持不变。如果同一台设备出现 两次（既作为 `/dev/ttyUSB0`，又作为 `by-id` 路径），请选择 `by-id` 路径而不要两者都选： 它们是同一个物理设备。

16.6 如何写出有用的问题报告

Decodium 内置问题报告窗口。一份有用的报告包含：

- 程序的确切版本（`About Decodium`）；
- 操作系统与平台；
- 所用的电台与 CAT 后端；
- 工作模式与频率；
- 能够复现问题的步骤说明；
- 诊断日志，若问题与解码有关，还应附上信号的 WAV 文件；
- 对于 FT2 流程方面的问题：请启用 `FT2 state transition census (log only)` 并附上轨迹。

17. 文件、文件夹与用户数据

Decodium 使用 Qt 规定的系统标准文件夹来存放：

- 配置设置；
- QML 缓存；
- 解码历史的 SQLite 数据库（`db.sqlite`）；
- `CTY.DAT` 与 DXCC 数据；
- ADIF 日志；
- 诊断日志；
- 音频录音。

具体位置取决于平台。**最可靠的查找方法是读取启动日志**，Decodium 会在其中输出主要路径 （`AppDataLocation`、`CacheLocation`、数据库路径）。

要完整备份配置，需要：设置文件夹、ADIF 日志和历史数据库。

Decodium 还包含**存储格式迁移**：当数据结构在版本之间发生变化时，已有文件会在首次启动时 转换。不过在重大更新之前，为数据文件夹留一份副本仍是合理的预防措施。

18. 从源代码构建

18.1 依赖项

按平台不同，需要：

- **CMake**（3.20 或更高）以及较新的 C/C++ 编译器；
- **Qt 6**，包含 `Quick`、`Qml`、`QuickControls2`、`Widgets`、`Multimedia`、`Network`、`SerialPort`、`Sql`、`WebSockets` 各模块；
- **Hamlib**；
- 用于仍然存在的旧有组件的 **Fortran** 编译器（`gfortran`）；
- **Boost** 以及构建文件中列出的其他依赖项。

18.2 构建脚本

仓库中提供了面向主要平台的现成脚本：

文件	用途
`build-linux.sh`、`docker-build-linux.sh`	Linux 构建，也可在容器中进行
`build-arm.sh`	面向 ARM/aarch64 的构建
`build-intel-x64.sh`	面向 Intel x86_64 的构建
`build_and_package.bat`、`reconfigure_and_build.bat`	在 Windows 上构建与打包
`Dockerfile.ubuntu-x64`、`Dockerfile.trixie-arm`	可复现的构建环境

Windows 专有的说明位于 `doc/building on MS Windows.txt` 及相邻文件；macOS 的移植记录在 `doc/MACOS_PORTING_v1.2.0.md`。

18.3 测试

`tests/` 目录包含单元测试以及各解码器实现之间的对比，其中也包括针对 FT2 和 FT2-Link 的 测试。执行方法：

```
ctest --output-on-failure
```

解码各级之间的对比测试，是核实对解码器的改动没有造成灵敏度退步的正确工具。

19. 术语表

术语	含义
ADIF	业余无线电日志交换的标准格式
ALC	电台的 Automatic Level Control：在数字模式下应保持不动作
AP	*A priori*：预先已知、用来辅助解码的信息
Auto Sequence	QSO 消息流程的自动推进
B4	*Before*：在该波段、该模式下已经通联过的电台
CAT	Computer Aided Transceiver：从计算机控制电台
DT	接收到的信号与预期时隙之间的时间差
DXCC	DX Century Club 计划中的地理实体
Fox / Hound	DX 远征中的角色：Fox 是远征方，Hound 是呼叫方
FT2	*Fast Track 2*：本项目创建的 4-GFSK 模式，时隙为 3.75 秒
GFSK	Gaussian Frequency Shift Keying，带高斯滤波的移频键控
Grid / 网格定位	Maidenhead 坐标（例如 `JN71DC`）
LDPC	Low-Density Parity-Check：FTx 系列模式所用的纠错码
MAM	Multi Answer Mode：并行进行多个 QSO
OSD	Ordered Statistics Decoding：面向临界信号的解码技术
PTT	Push To Talk：转入发射的操作
QSB	接收信号强度的起伏
时隙 / T/R 周期	接收与发射交替的时间段
SNR	信噪比，以 dB 表示，折算到 2500 Hz 带宽
Split	在与接收频率不同的频率上发射
TCI	部分电台与 SDR 软件使用的控制协议
ZAP	用于抑制干扰与不需要的信号的模式

20. 致谢、许可证与联系方式

项目

- **Martino Merola — IU8LMC** — FT2 的创建者，DECODIUM 的 lead developer
- **Salvatore Raccampo — 9H1SR** — C++ 内核，macOS 与 Linux 的构建与软件包
- FT2 社区的测试者与贡献者，近期各版本的大部分工作都是由他们的反馈引导的

- 社区的译者，他们维护着程序的各语言版本

代码的由来

Decodium 源自 **WSJT-X** 一脉。WSJT-X 由 Joe Taylor K1JT、Steve Franke K9AN、Bill Somerville G4WJS 以及该项目的其他作者开发，并以 GPL 许可证发布。随源代码提供的 `AUTHORS`、`THANKS` 与 `COPYING` 文件载明了完整的署名和许可证。本项目自身的贡献——FT2 协议、重写的 解码器与调制器、QML 界面、内置服务——记录在提交历史和 `CHANGELOG.md` 中。

许可证

Decodium 4.0 Core Shannon 是自由软件，以 **GNU General Public License 第 3 版**发布。 您可以按该许可证的条款使用、研究、修改和再分发本软件。在适用法律允许的范围内，本程序 **不附带任何担保**。

何处获得帮助

- 项目网站：**ft2.it**
- 社区与支持：**community.ft2.it**
- Telegram 频道 *FT2 Digital Mode*
- 技术反馈：GitHub 仓库的 *Issues* 板块

关于操作的最后说明

Decodium 控制的是一台发射机。对于发射出去的内容——波段、带宽、功率、时段、许可——责任在 持有执照的操作者。本程序的试验性功能，尤其是 FT2-Link 的宽带宽配置和多路数据流模式，请 在核对了本人所在波段与 IARU 分区适用的规定之后再使用。

73 de IU8LMC